

LA MODULACIÓN SECUENCIAL EN TAREAS CON CONFLICTO NO ES UNIVERSAL: DEPENDE DEL TIPO DE CONFLICTO

Jesús Privado⁽¹⁾, Juan Botella⁽¹⁾ y
Roberto Colom⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Psicología Social y
Metodología

⁽²⁾ Departamento de Psicología
Biológica y de la Salud
Universidad Autónoma de Madrid

INTRODUCCIÓN

Una de las características del sistema cognitivo humano es la de procesar la información de manera selectiva, es decir, atender a determinados eventos o estímulos tratando de ignorar o no atender a otros por considerarlos irrelevantes. Una peculiaridad de este fenómeno, la atención selectiva, es su limitada eficacia precisamente en la selección, limitación que se ha puesto de manifiesto en diversos paradigmas experimentales como la tarea Stroop, la dominancia global, la tarea Simon y la tarea de Flancos (Botella, 1997, 1998). Los resultados de estudios con tareas de flancos (Eriksen y Eriksen, 1974) y tipo Simon (Simon y Rudell, 1967) demuestran que a pesar de que a los participantes se les indica expresamente que ignoren un determinado estímulo o aspecto del mismo, ese estímulo o aspecto es procesado e interfiere en el rendimiento de la tarea, lo que revela la limitación de la capacidad de selección.

EFFECTO DE COMPATIBILIDAD

En el *paradigma de flancos* (Eriksen y Eriksen, 1974) se presentan varios elementos (letras, números o símbolos): uno de los elementos es el target u objetivo, situado en el centro, y a cuya identidad hay que responder lo más rápido posible; los otros elementos (flancos) se sitúan a la misma altura a ambos lados del target y actúan como distractores, por lo que tienen que ser ignorados. Si el target y los flancos tienen la misma identidad, y por lo tanto, la misma respuesta asociada, estaremos en una condición compatible; si ambos tienen diferente identidad y diferente respuesta asociada nos encontraremos en una condición incompatible. Por ejemplo, si la tarea en un experimento es pulsar una tecla si en el estímulo la letra central es S y pulsar otra tecla si la letra central es H, tendremos cuatro tipos de ensayos: HHHHH, SSSSS, HSHSH, SSHSS; siendo los dos primeros ensayos compatibles y los dos últimos incompatibles. El principal resultado de este tipo de experimentos es que el tiempo de reacción medio (\overline{TR}) en la condición de ensayos incompatibles es superior al de los ensayos compatibles, lo que se conoce como *Efecto de Compatibilidad* (EC). Por lo tanto, podemos definir operativamente el EC como la diferencia entre el \overline{TR} en los ensayos incompatibles (\overline{TR}_I) y el \overline{TR} en los ensayos compatibles (\overline{TR}_C):

$$EC = \overline{TR}_I - \overline{TR}_C \quad (1)$$

Por otro lado, en la *tarea tipo Simon* (Simon y Rudell, 1967) se manipula la correspondencia entre la posición del estímulo y la posición de la respuesta que hay que emitir. Por ejemplo, se presenta una letra que puede ser de A o B y que puede aparecer a la izquierda o a la derecha del centro de la pantalla. La tarea del participante es: cuando aparece A pulsar una tecla situada a la izquierda con su mano izquierda y cuando aparece B pulsar una tecla situada a la derecha con su mano derecha, independientemente del lado de la pantalla en el cual aparezca la letra. El re-

sultado habitual es que el \overline{TR} es menor cuando la localización espacial del estímulo y la posición de la respuesta coinciden, es decir, si se presenta A en la izquierda de la pantalla (ensayo compatible) el \overline{TR} es menor que si aparece A pero a la derecha de la pantalla (ensayo incompatible). Por lo tanto, lo que se produce es un EC basado en la correspondencia espacial estímulo-respuesta.

En conclusión, el EC aporta evidencias de que la atención selectiva no está exenta de fallos, los cuales se manifiestan sobre todo cuando, a pesar de que sabemos conscientemente que no debemos prestar atención a un aspecto de una determinada tarea o actividad, ese aspecto distractor interfiere en la ejecución de la tarea.

EFFECTO SECUENCIAL DE COMPATIBILIDAD

El *efecto secuencial* (Bertelson, 1961) se refiere al hecho de que el TR en cualquier ensayo de una tarea de elección serial no es independiente de lo ocurrido en el(los) ensayo(s) anterior(es); la respuesta a un estímulo es diferente cuando el mismo estímulo se repite en ensayos consecutivos que cuando el estímulo cambia, encontrándose en general TRs menores en el caso de la repetición en comparación con la alternancia. Estos resultados han sido confirmados más recientemente por Soetens, Boer y Hueting (1985) y Soetens (1998).

Gratton, Coles y Donchin (1992) fueron los primeros en estudiar los efectos secuenciales empleando el paradigma de flancos desarrollado por Eriksen y Eriksen (1974). La principal novedad de Gratton y colaboradores es que no estudian los cambios en \overline{TR} según los estímulos empleados en los ensayos anteriores, como Soetens et al. (1995), sino que estudian los efectos de los estímulos de los ensayos anteriores en el EC, es decir, en la diferencia $\overline{TR}_I - \overline{TR}_C$. Gratton y colaboradores examinan los efectos de la repetición o al-

ternancia de ensayos compatibles o incompatibles en ensayos consecutivos (N y N-1) en una tarea de flancos de letras, distinguiendo entre cuatro tipos de ensayos: ensayo compatible precedido por otro compatible (cC), ensayo compatible precedido por uno incompatible (iC), ensayo incompatible precedido por otro incompatible (iI) y ensayo incompatible precedido por uno compatible (cI).

Los resultados de Gratton y colaboradores mostraron que el \overline{TR} es menor en los ensayos compatibles que en los incompatibles, es decir, hay EC. Además, encuentran que la compatibilidad del ensayo previo influye en el EC del ensayo actual del siguiente modo (ver Figura 1): el \overline{TR} en los ensayos compatibles es menor si el ensayo previo es también compatible (\overline{TR}_{cC}) y el \overline{TR} en los ensayos incompatibles se reduce si el ensayo previo es incompatible (\overline{TR}_{iI}). En otras palabras, el EC es menor cuando el ensayo previo es incompatible que cuando es compatible, fenómeno que se ha denominado *Efecto Secuencial de Compatibilidad* (ESC). El modo de estimar el ESC se recoge en la siguiente fórmula:

$$ESC = (\overline{TR}_{cI} - \overline{TR}_{cC}) - (\overline{TR}_{iI} - \overline{TR}_{iC}) \quad (2)$$

Cuando el resultado de la fórmula 2 es superior a cero hay ESC. La fórmula consta de dos componentes: $(\overline{TR}_{iI} - \overline{TR}_{iC})$ que es el EC cuando el ensayo previo es incompatible y $(\overline{TR}_{cI} - \overline{TR}_{cC})$ que es el EC cuando el ensayo previo es compatible.

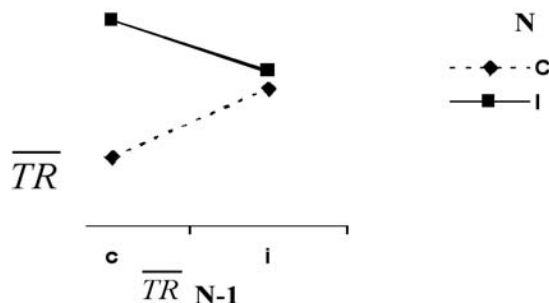


Figura 1. Resultados típicos en las cuatro condiciones teniendo en cuenta la compatibilidad en los ensayos N y N-1 cuando se da ESC

Gratton y colaboradores sostienen que estos resultados no pueden ser explicados por la facilitación que causa la repetición del ensayo previo en el ensayo actual, sino por la repetición del tipo de compatibilidad. La expectativa creada por el tipo de compatibilidad del ensayo previo influye en la respuesta que se da al ensayo actual. Por lo tanto, estos resultados se deben al cambio de estrategia subjetiva de los participantes y no a los cambios en las condiciones experimentales de la tarea que se presenta. Lo cierto es que la modulación del ESC en función de la alternancia o repetición del target es un resultado que ha sido informado en repetidas ocasiones (Botella y Barriopedro, 2001; Botvinick, Braver, Barch, Carter y Cohen, 2001; Ullsperger, Bylsma y Botvinick, 2005).

Fundamentalmente se han propuesto tres explicaciones al ESC: la *Teoría de Monitorización del Conflicto*, el *Priming Perceptivo* y la *Teoría de Integración de Caracteres*. La primera de ellas planteada por Botvinick et al. (2001) y Botvinick, Cohen y Carter (2004) sostiene que hay un sistema que monitoriza la ocurrencia del conflicto compensando el sistema para reducir los efectos del conflicto del siguiente modo (procesamiento top-down): el sistema primero evalúa los niveles de conflicto, después pasa la información a los centros de control cognitivo y después ajusta el sistema para tratar de reducir el conflicto. Para Botvinick et al. (2001) el incremento en el control top-down del sistema cognitivo sobre el procesamiento de la información es desencadenado por la ocurrencia de respuestas de competición, como las que ocurren en las tareas de flancos y Stroop. La explicación que dan al ESC es como sigue: los ensayos incompatibles producen mayor activación de los sistemas encargados de control cognitivo, ya que en ellos hay mayor conflicto, que en los compatibles. Si el siguiente ensayo es también incompatible, al estar el sistema cognitivo preparado para un mayor control el TR disminuirá en mayor grado que si el siguiente

ensayo es compatible, ya que los ensayos compatibles requieren de menos control cognitivo.

Una de las características de la teoría de Botvinick et al. (2001) es la de tratar de encontrar correlatos neurales con tareas experimentales que producen conflicto cognitivo. La activación del Córtex Cingulado Anterior (CCA) puede ser vista como una reacción a la ocurrencia de conflicto y es de esperar que sea mayor con mayor conflicto, es decir, en los ensayos incompatibles en comparación con los compatibles. Esta hipótesis ha sido confirmada empíricamente por MacDonald III, Cohen, Stenger y Carter (2000), Kerns et al. (2004), Van Veen, Cohen, Botvinick, Stenger y Carter (2001). Pero también hay otros autores que obtienen resultados contrarios (Casey et al., 2000; Milham y Banich, 2005; Burle, Allain, Vidal y Hasbroucq, 2005).

En su última revisión de la *Teoría de Monitorización del Conflicto* Botvinick et al. (2004) llegan a considerar que el conflicto puede ser un índice de las demandas cognitivas al realizar esfuerzos mentales, ya que hay evidencias de que el CCA está más activo en tareas cognitivamente más difíciles.

La segunda explicación que se ha dado al ESC es la de Mayr, Awh y Laurey (2003), quienes sugieren que este efecto puede ser explicado por *Priming Perceptivo* y, por lo tanto, el procesamiento sería bottom-up, guiado por los estímulos. La repetición del mismo estímulo en ensayos consecutivos puede ser el responsable de los menores TR en los ensayos incompatibles precedidos por otros incompatibles (*ii*) cuando el intervalo entre estímulos es corto (1.000 ms). En su estudio cuando eliminan del análisis los ensayos consecutivos con estímulos iguales (puras réplicas) de una tarea de flancos espacial que son iguales en target y flancos desaparece el ESC. Ejemplos de puras réplicas serían: N-1 (<<<) y N (<<<), N-1 (><>) y N (><>); y ensayos en los que se da alternancia serían: N-1 (<<<) y N (><>), N-1 (>>>) y N (<><). Obsérvese que sólo se pueden dar ensayos consecutivos exactamente

iguales en las condiciones *cC* e *iI*. Sin embargo, ha habido otros autores que en experimentos con tareas similares al eliminar los estímulos repetidos del análisis todavía encontraban ESC en las tareas (Ullsperger et al., 2005).

Finalmente, la tercera explicación al ESC sería la de Hommel (1998, 2004), quien por medio de la *Teoría de Integración de Caracteres* expone un planteamiento que está en consonancia con el de Mayr et al. (2003) en el sentido de que al igual que éstos explica el ESC en base a *priming*. Hommel sostiene que si un estímulo y la respuesta que hay que dar co-ocurren en el tiempo sus caracteres se asocian de tal modo que la activación de uno de los miembros de la asociación tiende a activar al otro miembro, produciéndose así un beneficio o *priming* estímulo-respuesta. Es decir, si el estímulo se presenta a la izquierda de la pantalla, como en una tarea Simon, y la respuesta correcta en este caso es pulsar una tecla situada a la izquierda de la pantalla el TR será menor debido a la asociación entre la posición del estímulo y la respuesta asociada. Sin embargo, si el estímulo se presenta a la izquierda y la respuesta correcta es pulsar una tecla de la derecha, la presencia del estímulo a la izquierda activará automáticamente la respuesta de la izquierda por lo que el TR se incrementará. Estos planteamientos teóricos han sido confirmados por algunos autores (

Hommel, Proctor y Vu, 2004; Wendt, Kluwe y Peters, 2006), mientras que otros encuentran resultados discrepantes (Wühr y Ansorge, 2005).

A modo de resumen en la Tabla 1 se recogen los principios explicativos de las tres principales teorías que tratan de explicar el ESC, así como los factores más relevantes que consideran claves en esta explicación.

Tabla 1. Modelos teóricos sobre el ESC

Modelo	Principio explicativo	Factores relevantes
<i>Teoría del Conflicto</i> (Botvinick et al., 2001, 2004)	Nivel de activación de los mecanismos de control de conflicto cuando se presenta un estímulo	Compatibilidad del ensayo previo Complejidad cognitiva
<i>Priming Perceptivo</i> (Mayr et al., 2003)	Facilitación por <i>priming</i> entre un estímulo y el siguiente	Repetición exacta del estímulo
<i>Teoría de Integración de Caracteres</i> (Hommel, 1998)	Correspondencia espacial estímulo-respuesta y representaciones mentales	Correspondencia espacial

OBJETIVO

El presente estudio analiza la modulación del EC en función de la compatibilidad (compatible o incompatible) del ensayo previo en una secuencia de ensayos en dos tareas de flancos (verbal y numérica) y una Simon. Las dos tareas de flancos empleadas fueron tareas con mayor demanda o complejidad cognitiva, mientras que la tarea Simon implica menor complejidad cognitiva. Asimismo, se analiza si la modulación del EC está matizada por la repetición de estímulos exactamente iguales (puras réplicas) consecutivos o bien es independiente de ésta en cada una de las tres tareas.

MÉTODO

Participantes

En el experimento participaron 358 alumnos de la Universidad Autónoma de Madrid, estudiantes de 2º de Psicología, como parte de las prácticas de una asignatura de ese año. La edad media fue 20,05 años (D.T. 3,37 años) con un rango de 18-54 años. El 84,5 % de los participantes eran mujeres.

Estímulos y materiales

Los estímulos fueron presentados mediante un monitor conectado a un PC. El experimento fue programado en Visual Basic 6.0 por el primer autor del estudio. Los estímulos subtendían 0,64º de alto y 0,29º de ancho, presentados a 50 cm de distancia. La fuen-

te de letra empleada para los estímulos fue Courier New Negrita de tamaño 20. El color de los estímulos fue negro [RGB(0, 0, 0)] y del fondo de pantalla cyan [RGB(150, 200, 250)].

Tareas

Se emplearon tres tareas: Simon Espacial, Flancos Numérica y Flancos Verbal. La tarea de Simon Espacial consistía en la presentación de una flecha a la izquierda o derecha de una cruz central, pudiendo estar apuntando hacia a la izquierda o derecha. En concreto, podía haber cuatro tipos de ensayos: < + , + > , > + , + < . La tarea del participante consistía en pulsar una tecla con la mano izquierda si la flecha estaba orientada a la izquierda y otra tecla con la mano derecha si estaba orientada a la derecha, independientemente de la posición de la flecha con respecto a la cruz central. Por lo tanto, los dos primeros tipos de ensayos corresponderían a ensayos compatibles y los dos últimos a ensayos incompatibles.

La tarea de Flancos Numérica la componían tres números presentados en el centro de la pantalla. El del centro podía ser igual o distinto que los de los lados. Se emplearon como estímulos todos los números excepto el 0. Había cuatro tipos de ensayos, en función de que el número fuera par (P) o impar (I): PPP, III, IPI y PIP. Los ensayos compatibles eran de tipo idéntico. Es decir, no bastaba con que el target y los flancos fueran pares o impares, sino que en ambos casos debía aparecer el mismo número. La tarea consistía en pulsar una tecla con una mano cuando el número del centro era impar y con la otra mano cuando era par.

La tarea de Flancos Verbal consistía en tres letras presentadas en el centro de la pantalla. La letra central podía ser igual o distinta que las de los lados. Se emplearon como estímulos las cinco vocales y las siguientes cinco consonantes: G, K, S, P, X. Todas presentadas en

mayúsculas. Los cuatro tipos de ensayos de esta tarea, según la letra fuera vocal (V) o consonante (C) eran: VVV, CCC, VCV, CVC. Como en la tarea anterior los ensayos compatibles eran de tipo idéntico. La tarea del participante era pulsar una tecla con una mano cuando la letra central era una vocal y con la otra mano cuando era una consonante.

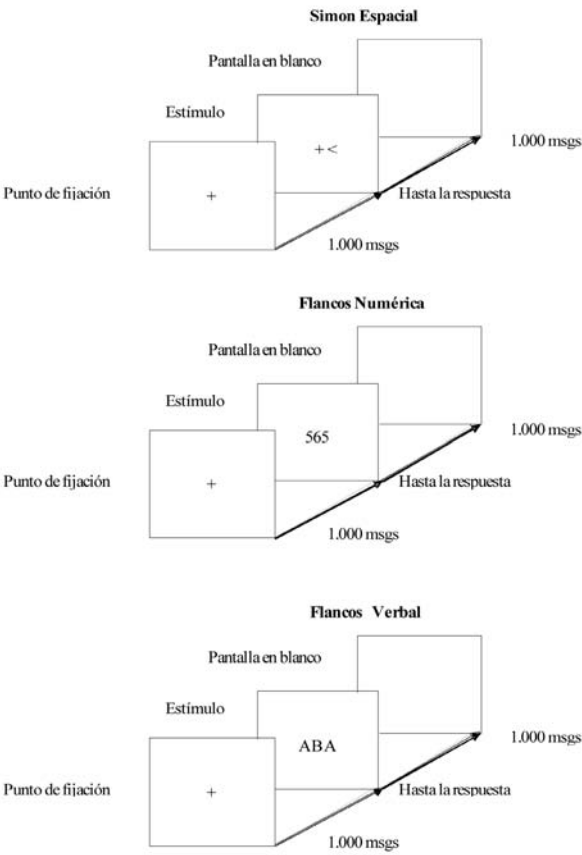


Figura 2. Procedimiento para las tareas de conflicto

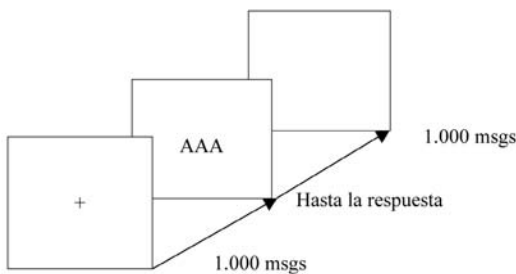
Procedimiento

El procedimiento (ver Figura 2) en los tres tipos de tareas fue idéntico, salvo por el tipo de estímulo presentado en cada caso. Los participantes se situaron a 50 cm de la pantalla. En una primera pantalla se presentaban las instrucciones de cada

tarea y se decía al participante que las leyera y en el caso de que tuviera dudas preguntara al experimentador. Después aparecían los ensayos de cada tarea. En cada ensayo se presentaba durante 1.000 ms un punto de fijación, consistente en una cruz, en el centro de la pantalla. Después se mostraba el estímulo, que permanecía en la pantalla hasta que el participante daba la respuesta pulsando el 1 o el 0 del teclado y después se dejaba la pantalla en blanco durante 1.000 ms. Por lo tanto, el intervalo entre estímulos, tiempo que pasa desde la desaparición de un estímulo hasta que aparece el siguiente, era de 2.000 ms (1.000 ms pantalla en blanco + 1.000 ms punto de fijación) y el tiempo que permanecía el estímulo era variable ya que dependía del tiempo que se tardara en responder. En cada ensayo se presentaba uno de los tipos de ensayos aleatoriamente.

Todos los participantes realizaron las tres tareas. Para cada tarea había un bloque de práctica de 20 ensayos y un bloque experimental de 80 ensayos. El tiempo total empleado en realizar las tres tareas fue unos 20 minutos en una sola sesión. Para todos los ensayos se calculó, en cada condición, el \overline{TR} recortado: $200 \leq TR \leq 2.000$ ms y se emplearon únicamente los ensayos acertados del bloque experimental. Al emplear el \overline{TR} recortado se pretende eliminar los ensayos en los cuales probablemente se ha respondido al azar antes de que se presente el estímulo (< 200 ms) y los ensayos en los cuales no se ha respondido probablemente por no estar atento al estímulo (> 2.000 ms). Además, en la bibliografía revisada sobre efectos secuenciales los TRs se suelen tratar de esta forma; de este modo nuestros resultados serán comparables a los de los demás estudios.

Figura 2. Procedimiento para las tareas de conflicto



RESULTADOS

Para contrastar si el ESC se debía a la repetición o *priming* producido por el estímulo del ensayo N-1 en el del ensayo N, los análisis se hicieron de dos modos: incluyendo todos los ensayos y quitando los que eran puras réplicas en N y N-1. Se llevaron a cabo ANOVAs de medidas repetidas para los \overline{TR} de los cuatro tipos de ensayos en función de dos factores: compatibilidad en el ensayo N (compatible e incompatible) y compatibilidad en el ensayo N-1 (compatible e incompatible). Estos cuatro \overline{TR} fueron los cuatro que aparecen en la fórmula 2, que operativizan el ESC: \overline{TR}_{c^p} , \overline{TR}_{c^c} , \overline{TR}_{i^p} y \overline{TR}_{i^c} .

En la Tabla 2 se recogen los promedios de las medidas de \overline{TR} que se emplearon para los diferentes ANOVAs de los ESC. En la columna *Global* aparecen los \overline{TR}_I y \overline{TR}_C , así como el EC global para cada tarea, con todos los ensayos y eliminando los ensayos que eran puras réplicas (a lo que en la tabla hemos llamado sin réplica). En la columna *N-1* aparecen los \overline{TR}_{c^p} , \overline{TR}_{c^c} , \overline{TR}_{i^p} y \overline{TR}_{i^c} para las tres tareas y los correspondientes EC considerando que el ensayo N-1 fuera incompatible o compatible. La diferencia entre el EC cuando el ensayo N-1 es compatible y el EC cuando el ensayo N-1 es incompatible nos da el ESC de la tarea.

Analizando en primer lugar los resultados de la tarea de Simon, como se puede apreciar en esta tabla 2, el valor del ESC es superior en esta tarea, tanto con réplica como sin réplica, en comparación con las otras dos tareas. en cuanto a la tarea

Simon Los resultados muestran que el factor principal de compatibilidad en el ensayo N es estadísticamente significativo tanto cuando se incluyen todos los ensayos en el análisis [$F(1,357) = 762,714$; $p < ,001$] como cuando se eliminan las puras réplicas [$F(1,357) = 586,179$; $p < ,001$]. Es decir, en la tarea Simon Espacial el \overline{TR}_I es significativamente superior al \overline{TR}_C .

TABLA 2. \overline{TR} EN LAS CONDICIONES EXPERIMENTALES PARA LOS ENSAYOS CON RÉPLICA Y SIN RÉPLICA

Tarea		Global	N-1		ESC
			Incompatible	Compatible	
Simon Espacial	Incompatible	522	506	539	
	Compatible	472	496	447	
	EC	51	9	92	83
Simon Espacial sin réplica	Incompatible	533	527	539	
	Compatible	478	496	461	
	EC	54	31	78	47
Flancos Verbal	Incompatible	576	577	575	
	Compatible	543	550	536	
	EC	33	27	39	12
Flancos Verbal sin réplica	Incompatible	576	578	575	
	Compatible	545	550	541	
	EC	31	28	34	6
Flancos Numérico	Incompatible	634	637	630	
	Compatible	591	597	585	
	EC	43	40	45	5
Flancos Numérico sin réplica	Incompatible	634	639	630	
	Compatible	596	597	595	
	EC	38	42	35	-7

Para comprobar si existe ESC en esta tarea debemos fijarnos en la interacción de los dos factores de compatibilidad (ensayos N y N-1) del ANOVA, siendo para esta tarea estadísticamente significativa, tanto para todos los ensayos [$F(1,357) = 614,646$; $p < ,001$], como para los ensayos que quedan al quitar las puras réplicas [$F(1,357) = 121,089$; $p < ,001$]. La interacción nos indica que el EC es significativamente menor cuando el ensayo previo es incompatible que cuando el ensayo previo es compatible. Este efecto se puede apreciar en la Figura 3. El ESC disminuye al quitar los ensayos que son puras réplicas pero la interacción todavía es significativa, lo que descarta la interpretación de que el ESC se deba exclusivamente a *Priming Perceptivo* en esta tarea.

En la tarea de Flancos Verbal, el factor principal de compatibilidad en el ensayo N es estadísticamente significativo tanto al incluir todos los ensayos en el análisis [$F(1,357) = 376,011$; $p < ,001$] como cuando se eliminan las puras réplicas [$F(1,357) = 322,241$; $p < ,001$]. Es decir, en la tarea de Flancos Verbal el \overline{TR}_I es superior al \overline{TR}_C .

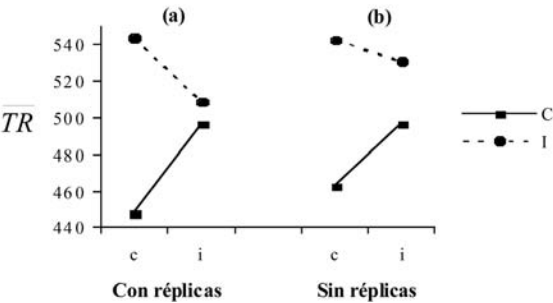
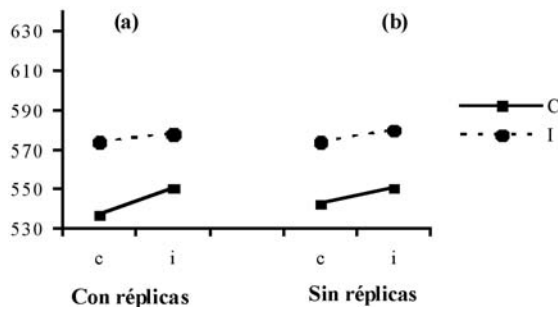


Figura 3. \overline{TR} en la tarea Simon Espacial para los ensayos con réplicas (a) y sin réplicas (b) según la compatibilidad del ensayo N (Compatibles e Incompatibles) y del ensayo N-1 (compatibles e incompatibles)

Si examinamos la interacción de los dos factores de compatibilidad del ANOVA para la tarea de Flancos Verbal, podemos ver que aunque es estadísticamente significativa para todos los ensayos [$F(1,357) = 12,765$; $p < ,001$], no lo es cuando se quitan las puras réplicas [$F(1,357) = 2,508$; $p = ,114$]. Esta ausencia de interacción nos indica que no hay ESC para esta tarea (ver Figura 4).

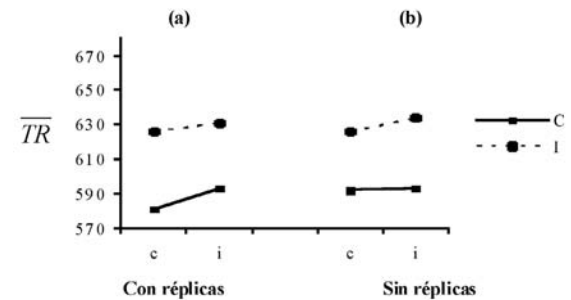
Figura 4. \overline{TR} en la tarea Flancos Verbal para los ensayos con réplicas (a) y sin réplicas (b) según la compatibilidad del ensayo N (Compatibles e Incompatibles) y del ensayo N-1 (compatibles e incompatibles)



Por último, en la tarea de Flancos Numérica el factor principal de compatibilidad en el ensayo N es estadísticamente significativo tanto al incluir todos los ensayos en el análisis [$F(1,357) = 464,654$; $p < ,001$] como cuando se eliminan las puras réplicas [$F(1,357) = 367,582$; $p < ,001$]. Es decir, en esta tarea el \overline{TR}_i es superior al \overline{TR}_c .

Al analizar la interacción de los dos factores de compatibilidad del ANOVA para la tarea de Flancos Numérica, no obtenemos diferencias estadísticamente significativas ni para todos los ensayos [$F(1,357) = 1,658$; $p = ,199$], ni cuando se quitan las puras réplicas [$F(1,357) = 2,736$; $p = ,099$]. Esta ausencia de interacción nos indica que el EC es estadísticamente igual independientemente de la compatibilidad del ensayo previo. Es decir, no hay ESC para la tarea de Flancos Numérica como se puede ver en la Figura 5. A nivel descriptivo el ESC disminuye ligeramente, al igual que sucedía en las otras dos tareas anteriores, al eliminar los ensayos que son puras réplicas (-7 ms), en comparación con cuando no se eliminan estos ensayos (5 ms). Incluso al quitar las réplicas el ESC es de signo contrario a lo esperado, lo que indica que el EC es menor cuando el ensayo previo es compatible que cuando el ensayo previo es incompatible, si bien estas diferencias no son significativas, como se ha comentado en los resultados del ANOVA.

Figura 5. \overline{TR} en la tarea Flancos Numérica para los ensayos con réplicas (a) y sin réplicas (b) según la compatibilidad del ensayo N (Compatibles e Incompatibles) y del ensayo N-1 (compatibles e incompatibles)



Por lo tanto, de los resultados de los ANOVAs de medidas repetidas realizados en las tres tareas se deduce que aparece EC en las tres tareas evaluadas en este estudio, pero únicamente aparece ESC en la tarea con menor complejidad cognitiva (tarea Simon). Además, hay que destacar que el ESC en la tarea de Simon Espacial se mantiene incluso al quitar los ensayos que son puras réplicas, lo que refleja que el ESC en esta tarea no se debe exclusivamente al *priming* producido por el ensayo previo.

Para reforzar la idea de que estos resultados se debían al tipo de tarea empleada hemos realizado nuevos ANOVAs incorporando el factor tarea (Simon Espacial, Flancos Verbal y Flancos Numérica), entendiendo que el primer nivel implica baja complejidad cognitiva y los otros dos alta complejidad cognitiva. En concreto, realizamos cuatro ANOVAs de tres niveles (compatibilidad del ensayo N, compatibilidad del ensayo N-1 y tarea) variando los niveles del factor tarea: un ANOVA 2x2x3 en el cual el factor tarea incluía las tres tareas y tres ANOVA 2x2x2 con la diferencia de que el factor tarea sólo poseía dos niveles (Simon Espacial y Flancos Verbal; Simon Espacial y Flancos Numérica; Flancos Verbal y Flancos Numérica). En el caso del ANOVA 2x2x3, la interacción de segundo orden resultó estadísticamente significativa al emplear todos los

ensayos [$F(1,357) = 241,040$; $p < ,001$] y al eliminar los ensayos que eran puras réplicas [$F(1,357) = 86,102$; $p < ,001$]. El ANOVA 2x2x2 comparando los resultados de la tarea de Simon Espacial y Flancos Verbal, también resultó significativa la interacción de segundo orden, tanto con todos los ensayos [$F(1,357) = 253,071$; $p < ,001$] como al eliminar las puras réplicas [$F(1,357) = 60,982$; $p < ,001$]. El ANOVA 2x2x2 incluyendo como tareas Simon Espacial y Flancos Numérica mostró resultados significativos para la interacción de segundo orden para todos los ensayos [$F(1,357) = 241,040$; $p < ,001$] y al eliminar las puras réplicas [$F(1,357) = 86,102$; $p < ,001$]. Y el ANOVA 2x2x2 con las tareas de baja complejidad cognitiva no reveló significación para la interacción de segundo orden para todos los ensayos [$F(1,357) = 1,445$; $p = .230$], aunque sí al eliminar las puras réplicas [$F(1,357) = 4,816$; $p = ,029$] si bien la diferencia entre las dos tareas es pequeña (11,88).

Este conjunto de resultados de nuevo apunta a la existencia de diferencias en el ESC según el tipo de tarea. La tarea de Simon Espacial presenta mayor ESC en comparación con las otras dos tareas y al comparar las tareas de Flancos Verbal y Numérica entre sí no hay diferencias en el ESC encontrado.

CONCLUSIONES

Los resultados ponen de manifiesto la existencia de EC para los dos tipos de tareas (alta y baja complejidad cognitiva), pero sólo hay ESC para la tarea de baja complejidad cognitiva (Simon Espacial). Este efecto se mantiene a pesar de eliminar del análisis los ensayos que son puras réplicas, lo cual contradice claramente el punto de vista de Mayr et al. (2003) y Hommel (1998) y estaría en consonancia con los planteamientos de la *Teoría del Conflicto* (Botvinick et al., 2001). Sin embargo, el hecho de que no aparezca ESC en las tareas

de mayor complejidad contradice las predicciones de Botvinick et al. (2004) de que la mayor complejidad se debería reflejar en una mayor presencia de conflicto cognitivo, al incrementarse el control top-down; y por lo tanto debería tener asociado un mayor ESC.

Los resultados del ESC en la tarea de Simon son difíciles de explicar si asumimos que el único factor que contribuye a este efecto es la repetición de la correspondencia espacial estímulo-respuesta (Hommel, 1998) o *priming* de los ensayos consecutivos (Mayr et al., 2003). Parece más clara la interpretación de que es la condición de compatibilidad del ensayo anterior, como se plantea desde la *Teoría del Conflicto*, desempeña un papel importante en la disminución del EC cuando el ensayo previo es incompatible. Incluso después de quitar los ensayos que eran puras réplicas, que facilitaban la disminución del TR, se seguía dando ESC, tal y como encontraron otros autores en este tipo de tarea (Stürmer, Seiss y Leuthold, 2005; Wür y Ansorge, 2005). Además, nuestras condiciones experimentales, en cuanto al intervalo entre estímulos y presentación del estímulo en la pantalla se parecían más a las de Mayr et al. (2003) y Hommel (1998) y otros autores que no han encontrado ESC (Hommel et al., 2004; Nieuwenhuis et al., 2006; Wendt et al., 2006), por lo que la presencia de ESC, a pesar de estas condiciones, fortalece más la idea de que el ESC se debe fundamentalmente a la presencia de conflicto. Ya ha habido estudios previos que con condiciones similares a las nuestras han encontrado ESC en tareas tipo Simon (Verbruggen, Notebaert, Liefoghe y Vandierendock (2006) y tipo Stroop (Fernández-Duque y Knight, 2008; Notebaert, Gevers, Verbruggen y Liefoghe, 2006).

Sin embargo, hay que destacar que se produjo una disminución del ESC al quitar las puras réplicas, lo que nos hace pensar que algún tipo de contribución deben tener éstas al ESC, tal y como plantean Mayr et al. (2003)

y Hommel (1998). Por lo tanto, parece ser que el ESC en la tarea Simon se puede explicar fundamentalmente por la presencia de conflicto cognitivo, pero la repetición en alguna medida contribuye a este efecto.

Respecto a las tareas de flancos, la ausencia de ESC en estas tareas podría interpretarse según la *Teoría de Priming Perceptivo* por la ausencia de repetición del mismo ensayo consecutivamente (Mayr et al., 2003). Según este punto de vista el procesamiento sería guiado por los estímulos (bottom-up) y al eliminar del análisis los ensayos que fueran puras réplicas el ESC desaparecería. En las tareas de flancos del presente estudio había una menor probabilidad de que se repitieran los mismos estímulos en dos ensayos consecutivos, en comparación con las de Mayr et al. (2003), ya que estos autores empleaban cuatro estímulos, mientras que en nuestro caso se empleaban 18 para la tarea de Flancos Numérica y 20 para la tarea de Flancos Verbal. Este mayor número de estímulos redujo considerablemente la probabilidad de la repetición y por lo tanto que se encontrara un ESC en las tareas de flancos, a diferencia de otros autores que sí han encontrado este efecto en este tipo de tareas (Gratton et al., 1992; Ullsperger et al., 2005; Verbruggen et al., 2006).

Por otro lado, los resultados al manipular la complejidad cognitiva de las tareas de conflicto, con objeto de incrementar el procesamiento top-down, son contrarios al planteamiento de Botvinick et al. (2004). De hecho, en nuestros resultados en las tareas con mayor complejidad (tareas de flancos) no se observó ESC, mientras que en la tarea de menor complejidad cognitiva (tarea Simon) hubo un claro ESC. Los resultados del presente estudio son coherentes con los de Stürmer et al. (2005), que encontraron ESC sólo en una tarea Simon y no en tareas de flancos y go/no go, si bien estos autores no manipularon el procesamiento top-down en estas últimas tareas y presentaron los tres tipos de tareas conjuntamente alternando ensayos tipo Simon con

ensayos de tareas de flancos o go/no go. Unos autores que si manipularon el procesamiento top-down fueron Fernández-Duque y Knight (2008) encontrando que cuando este procesamiento era claramente top-down se daba ESC en las tareas de Stroop que emplearon, pero cuando era bottom-up no había ESC. Estos resultados fueron contrarios a los nuestros, si bien la forma de manipular el procesamiento en su caso fue diferente, pues se hizo dando a los participantes una clave sobre la probabilidad de congruencia entre ensayos y, además estos autores presentaron las tareas de Stroop en ensayos alternos. Por lo tanto cabe preguntarse si la manipulación de la complejidad cognitiva empleada en el presente estudio es adecuada o bien es más correcta la de Fernández-Duque y Knight (2008).

En cualquier caso, el hecho de encontrar únicamente ESC en una tarea es contrario a la defensa de un sistema cognitivo general encargado de manejar el conflicto en todas las circunstancias y condiciones, como se plantea desde la teoría de Monitorización del Conflicto (Botvinick et al., 2001) y coherente con otros planteamientos que sostienen que el sistema cognitivo maneja el conflicto de manera específica en función de la tarea (Kunde y Wühr, 2006; Wend et al., 2006).

En conclusión, en las tres tareas empleadas se dio EC, pero en las de alta complejidad cognitiva el EC no se vio modulado por el tipo de ensayo previo (compatible o incompatible), mientras que en la de baja complejidad sí hubo una modulación del EC. Ninguna de las explicaciones revisadas explica completamente nuestros resultados. El ESC en la tarea de Simon puede ser explicado principalmente por la *Teoría de Monitorización del Conflicto*, aunque en menor parte también por la *Teoría de Priming Perceptiva* y la *Teoría de Integración de Caracteres*. Sin embargo, la ausencia de ESC en las dos tareas con mayor complejidad cognitiva iría en contra de la presencia de un mecanismo general que monitorea el conflicto como sostiene la *Teoría de Monitorización del Conflicto*.

Las futuras investigaciones pueden ir en la siguiente línea. Se pueden plantear diseños experimentales en los que se combinen diferentes tipos de tareas de conflicto cognitivo (según su complejidad cognitiva). Así, al igual que en estudios previos (Fernández-Duque y Knight, en prensa; Kunde y Wühr, 2006; Stümer et al., 2005; Verbruggen et al., 2006; Wendt et al., 2006) se han combinado diferentes tareas en un mismo experimento, se podría realizar un experimento en el que en ensayos alternos se presenten tareas con baja y alta complejidad cognitiva. De este modo se podría analizar, por un lado, la modulación del rendimiento en una tarea por la otra tarea, y, por otro lado, si el manejo del conflicto es realizado por un sistema inespecífico o general. De manera complementaria, también sería necesario realizar experimentos que traten de comprobar qué forma es la más adecuada para manipular el procesamiento top-down: incrementar la complejidad de las tareas de conflicto cognitivo o bien dar claves sobre las características del siguiente estímulo.

REFERENCIAS

- Bertelson, P. (1961). Sequential redundancy and speed in a serial two-choice responding task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 13, 90-102.
- Botella, J. (1997). Los paradigmas de compatibilidad en el estudio de la atención selectiva. *Estudios de Psicología*, 57, 79-92.
- Botella, J. (1998). Atención. En J. Montserrat, *La percepción visual*, (pp. 499-532). Madrid: Biblioteca Nueva.
- Botella, J. & Barriopedro, M. I. (2001). Efectos secuenciales en la tarea de los flancos. En C. Méndez, D. Ponte, L. Jiménez y M. J. Sampeño (Eds.): *La Atención: Un enfoque pluridisciplinar*, vol. II. Valencia: Promolibro.
- Botvinick, M. M., Braver, T.S., Barch, D. M., Carter, C.S., & Cohen J.D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108(3), 624-652.
- Botvinick, M. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: an update. *Cognitive Sciences*, 8(12), 539-546.
- Burle, B., Allain, W., Vidal, F., & Hasbroucq, T. (2005). Sequential compatibility Effects and cognitive control: Does conflict really matter? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(4), 831-837.
- Casey B. J., Thomas, K. M., Welsh, T. F., Badgaiyan, R. D., Eccard, C. H., Jennings, J. R., & Crone, E. A. (2000). Dissociation of response conflict, attentional selection, and expectancy with functional magnetic resonance imaging. *Proceedings of the National Academic of Sciences*, 97(15), 8728-8733.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of target letters in a non-search task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Fernández-Duque, D., & Knight, M. (2008). Cognitive Control: Dynamic, Sustained, and Voluntary Influences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 34 (2), 340-355.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121(4), 480-506.
- Hommel, B. (1998). Event files: Evidence for automatic integration of stimulus-response episodes. *Visual Cognition*, 5, 183-216.
- Hommel, B. (2004). Event files: Feature binding in and across perception and action. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 494-500.

- Hommel, B., Proctor, R. W., y Vu, K. P. L. (2004). A feature-integration account of sequential effects in the Simon task. *Psychological Research*, 68, 1-17.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald III, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior Cingulate Conflict Monitoring and Adjustments in Control. *Science*, 303, 1023-1026.
- Kunde, W., & Wühr, P. (2006). Sequential modulations of correspondence effects across spatial dimensions and tasks. *Memory & Cognition*, 34(2), 356-367.
- MacDonald III, A.W., Cohen, J.D., Stenger, V.A., & Carter, C.S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, 288(9) June, 1835-1838.
- Mayr, U., Awh, E., & Laurey, P. (2003). Conflict adaptation effects in the absence of executive control. *Nature Neuroscience*, 6(5): 450-452).
- Milham, M. P., & Banich, M. T. (2005). Anterior Cingulate Cortex: An fMRI Analysis of Conflict Specificity and Functional Differentiation. *Human Brain Mapping*, 25: 328-335.
- Nieuwenhuis, S., Stins, J. F., Posthuma, D., Polderman, T. J. C., Boomsma, D. I., & de Geus, E. J. (2006). Accounting for sequential trial effects in the flanker task: Conflict adaptation or associative priming? *Memory & Cognition*, 34(6), 1260-1272.
- Notebaert, W., Gevers, W., Verbruggen, F., & Liefoghe, B. (2006). Top-down and bottom-up sequential modulations of congruency effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(1), 112-117.
- Simon, J. R., & Rudell, A. P. (1967). Auditory S-R compatibility: The effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of Applied Psychology*, 51, 300-304.
- Soetens, E. (1998). Localizing sequential effects in serial choice reaction time with the information reduction procedure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(2) 547-568.
- Soetens, E., Boer, L. C., & Hueting, J. E. (1983). Expectancy or automatic facilitation? Separating sequential effects in two-choice reaction time. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(5), 598-616.
- Stürmer, B., Seiss, E., & Leuthold, H. (2005). Executive control in the Simon task: A dual-task examination of response priming and its suppression. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17(5), 590-618.
- Ullsperger, M., Bylsma, L. M., & Botvinick, M. M. (2005). The conflict adaptation effect: It's just priming. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 5(4), 467-472.
- Van Veen, V., Cohen, J.D., Botvinick M.M., Stenger V.A., & Carter C.S. (2001). Anterior cingulate cortex, conflict monitoring and levels of processing. *Neuroimage*, 14, 1302-1308.
- Verbruggen, F., Notebaert, W., Liefoghe, B., & Vandierendock, A. (2006). Stimulus and response conflict-induced cognitive control in the flanker task. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13(2), 328-333.
- Wendt, M., Kluwe, R. H., & Peters, A. (2006). Sequential modulations of interference evoked by processing task-irrelevant stimulus features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(3), 644-667.
- Wühr, P., & Ansorge, U. (2005). Exploring trial-by-trial modulations of the Simon effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58A(4), 705-731.